DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIAS

CURSO:

FISICA

AUTOR:

Prof. NOLBERTO J. LIMAY ARENAS

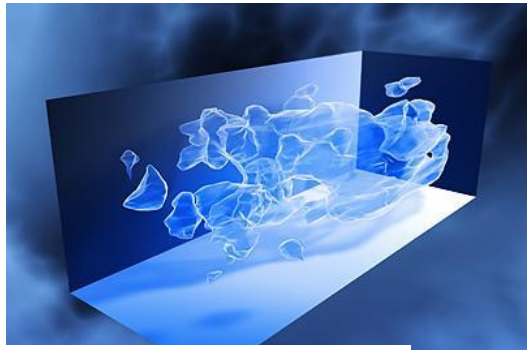
UPAO

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

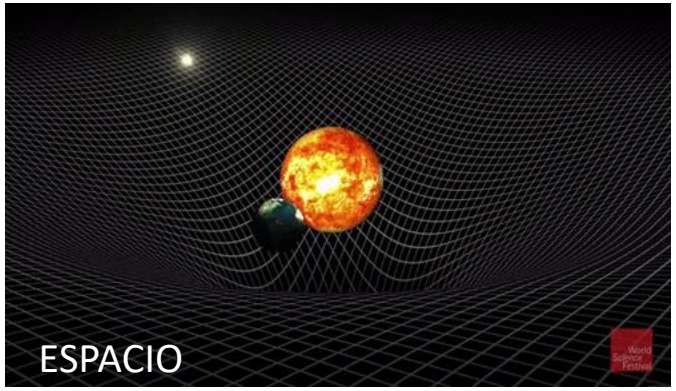
¿POR QUÉ CREES QUE LA FÍSICA ES IMPORTANTE EN TU CARRERA?

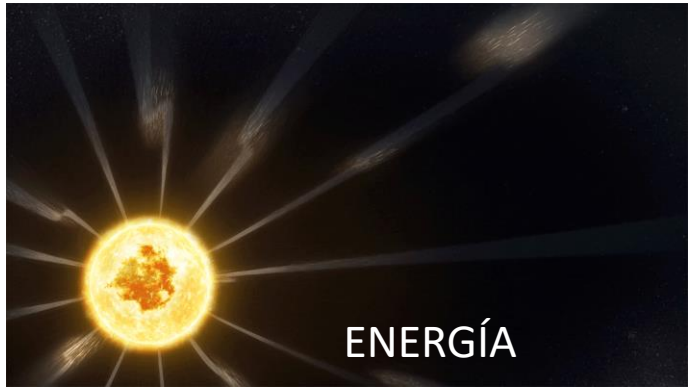
UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

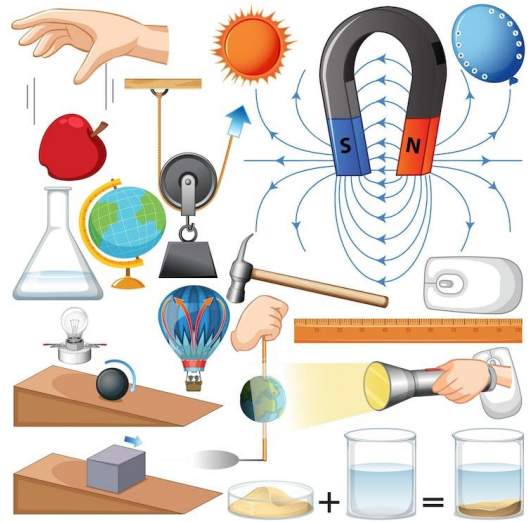
1. ¿QUÉ ES LA FÍSICA?



MATERIA



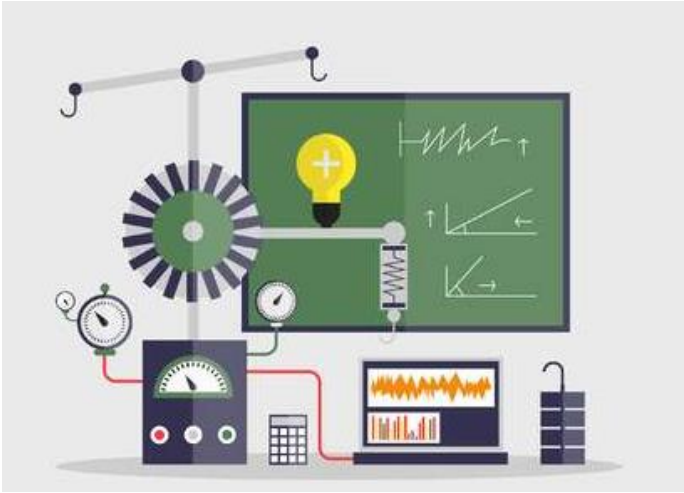




INTERACCIONES ENTRE LA MATERIA

La Física es una ciencia, que estudia las propiedades de la materia, la energía, espacio-tiempo y sus interacciones (fuerza).

Ciencia basada en observaciones experimentales y en mediciones.



UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

¿QUÉ MÉTODO UTILIZA LA FÍSICA?

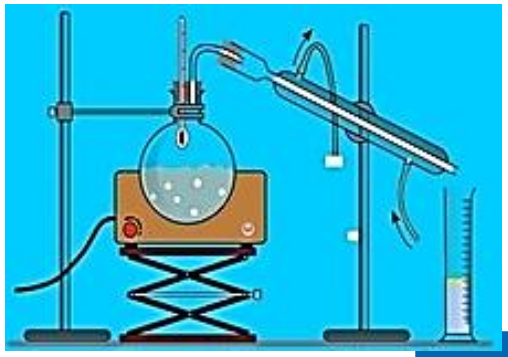
MÉTODO CIENTÍFICO

Observación

Formulación del problema (plantear preguntas)

Hipótesis

Experimentación



Conclusión

Resultados

Teoría

Ley

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

2. RELACIÓN ENTRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

CIENCIA				TECNOLOGIA
Curiosidad por conocer	→	MOTIVACIÓN	→	Resolver problemas
Explicar y predecir	→	OBJETIVO	→	Diseñar, crear, etc
Método científico	→	TRABAJO	→	Proceso o método tecnológico
Teorías y Leyes	→	RESULTADO	→	Nuevos Productos

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

3. RAMAS DE LA FÍSICA:

A) FÍSICA CLÁSICA

- **Mecánica** → Estructuras, máquinas
- **Termodinámica** → Motores, refrigeración
- **Electromagnetismo** → Circuitos, motores eléctricos
- **Óptica** → Fibra óptica, láseres

B) FÍSICA MODERNA → NANOFÍSICA

- **Física moderna** → Semiconductores, energía nuclear

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

4. MAGNITUDES FISICAS

Magnitud Física → Propiedad física medible

Ejemplo 1:

Magnitud Física: Temperatura (T)
Cuantificar = valor medido: 37.5 (valor numérico)
Unidad de medida: grados Celsius (ºC)

T = 37.5 ºC

Ejemplo 2:

Magnitud Física: Volumen de un cilindro (V)
Cuantificar = valor calculado: 7.52 (valor numérico)
Unidad de medida: Centímetros cúbicos (cm^3)

V = 7.52 cm^3

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

5. MAGNITUDES FÍSICAS

Se clasifican

Por su Origen:

Fundamentales

Constituyen la base para establecer sistemas de unidades

Derivadas

Se obtienen relacionando magnitudes fundamentales

Por su Naturaleza:

Escalares

Quedan completamente descritos por un valor numérico y su unidad de medida.

Vectoriales

Quedan descritos por su módulo (magnitud), dirección y sentido.

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

6. SISTEMA DE UNIDADES

Todo sistema de unidades esta conformado por un conjunto de unidades de medida consistente, estándar y uniforme.

10.1. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (S.I)

Se creo en 1960, en Ginebra, Suiza. Este sistema se basa en el sistema MKS. Este sistema posee magnitudes fundamentales, derivadas y complementarias.

ESTE SISTEMA ES USADO ACTUALMENTE

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

MAGNITUDES FUNDAMENTALES

	MAGNITUD	UNIDAD	SÍMBOLO
1	Longitud (L)	metro	m
2	Masa (M)	kilogramo	kg
3	Tiempo (T)	segundo	s
4	Intensidad de corriente Eléctrica (I)	Ampere	A
5	Temperatura (Θ)	Kelvin	K
6	Intensidad luminosa (J)	candela	Cd
7	Cantidad de sustancia (n)	mol	mol

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

MAGNITUDES DERIVADAS DEL

Área o superficie.	m^2
Volumen	m^3
velocidad	m/s
aceleración	m/s^2
Fuerza	Newton (kg m/s^2)
Trabajo y energía	Joule (Newton.m)
Presión	Pascal (Newton/m^2)
Potencia	Watt (Joule/s)

MAGNITUDES COMPLEMENTARIAS

ÁNGULO EN EL PLANO	radian (rad)
ÁNGULO SOLIDO	Estereorradián (sr)

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Prefijos del Sistema Internacional (SI)

Factor	Prefijo	Símbolo
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^{9}	giga	G
10^{6}	mega	M
10^{3}	kilo	K
10^{2}	hecto	h
10^{1}	deca	da

Factor	Prefijo	Símbolo
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Ejemplo 3:

3.1. Un servidor tiene 8TB de almacenamiento, expresar en: a) Gigabytes (GB), b) Megabytes (MB) y Bytes (B)

Solución:

a) $8TB = 8x10^{12}B = \mathbf{8x10^{3}}x10^{9}B = \mathbf{8000}x10^{9}B = \mathbf{8000G}B$

b) $8TB = 8x10^{12}B = \mathbf{8x10^{6}}x10^{6}B = \mathbf{8000000}x10^{6}B = \mathbf{8000000M}B$

c) $8TB = 8x10^{12}B = \mathbf{8\ 000\ 000\ 000\ 000}B$

3.2. Un capacitor tiene 4.7µF, expresar en: a) nanofaradio (nF), b) Picofaradio (pF) y Faradio (F)

Solución:

a) $4.7\mu F = 4.7x10^{-6}F = 4.7x\mathbf{10^{3}}x10^{-9}F = \mathbf{4700}x10^{-9}F = \mathbf{4700n}F$

b) $4.7\mu F = 4.7x10^{-6}F = 4.7x\mathbf{10^{6}}x10^{-12}F = \mathbf{4700000}x10^{-12}F = \mathbf{4700000p}F$

c) $4.7\mu F = 4.7x10^{-6}F = \mathbf{0.0000047}F$

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

SISTEMA INGLÉS DE UNIDADES

algunos países como Estados Unidos de América, Inglaterra, Australia y otros países de habla inglesa, utilizan aún este sistema de unidades.

MAGNITUDES FUNDAMENTALES

	MAGNITUD	UNIDAD DE MEDIDA	SÍMBOLOGIA
1	Longitud	pie	ft
2	Fuerza	libra	lb
3	Tiempo	segundo	s

MAGNITUDES DERIVADAS

MAGNITUD	UNIDADES	Simbología
Área	Pies cuadrados	(ft^2)
Volumen	Pies cúbicos.	(ft^3)
Velocidad	Pies por segundo	(ft/s)
Aceleración	Pies por segundo cuadrado	(ft/s^2)
Fuerza	Libra pie por segundo cuadrado.	$(lb.ft/s^2)$

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

7. CONVERSIÓN DE UNIDADES

Procedimiento:

1. Use la equivalencia entre los sistemas de unidades a convertir que se encuentra en las tablas de equivalencia.

2. Tómese de la equivalencia un **factor de conversión (FC)** que cancele todas las unidades excepto las deseadas.

3. **Lo que va a convertir multiplicar con el factor de conversión (FC).**

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

EQUIVALENCIAS PARA REALIZAR CONVERSIONES

Longitud

$1\ \text{m} = 100\ \text{cm} = 1000\ \text{mm} = 10^6\ \mu\text{m} = 10^9\ \text{nm}$
$1\ \text{km} = 1000\ \text{m} = 0.6214\ \text{mi}$
$1\ \text{m} = 3.281\ \text{ft} = 39.37\ \text{in}$
$1\ \text{cm} = 0.3937\ \text{in}$
$1\ \text{in} = 2.540\ \text{cm}$
$1\ \text{ft} = 30.48\ \text{cm}$
$1\ \text{yd} = 91.44\ \text{cm}$
$1\ \text{mi} = 5280\ \text{ft} = 1.609\ \text{km}$
$1\ \text{Å} = 10^{-10}\ \text{m} = 10^{-8}\ \text{cm} = 10^{-1}\ \text{nm}$
1 milla náutica = 6080 ft
1 año luz $= 9.461 \times 10^{15}$ m

Área

$1\ \text{cm}^2 = 0.155\ \text{in}^2$
$1\ \text{m}^2 = 10^4\ \text{cm}^2 = 10.76\ \text{ft}^2$
$1\ \text{in}^2 = 6.452\ \text{cm}^2$
$1\ \text{ft}^2 = 144\ \text{in}^2 = 0.0929\ \text{m}^2$

Aceleración

$1\ \text{m/s}^2 = 100\ \text{cm/s}^2 = 3.281\ \text{ft/s}^2$
$1\ \text{cm/s}^2 = 0.01\ \text{m/s}^2 = 0.03281\ \text{ft/s}^2$
$1\ \text{ft/s}^2 = 0.3048\ \text{m/s}^2 = 30.48\ \text{cm/s}^2$
$1\ \text{mi/h} \cdot \text{s} = 1.467\ \text{ft/s}^2$

Masa

$1\ \text{kg} = 10^3\ \text{g} = 0.0685\ \text{slugs}$
$1\ \text{g} = 6.85 \times 10^{-5}\ \text{slugs}$
$1\ \text{slug} = 14.59\ \text{kg}$
$1\ \text{u} = 1.661 \times 10^{-27}\ \text{kg}$
1 kg tiene un peso de 2.205 lb cuando $g = 9.80\ \text{m/s}^2$

Fuerza

$1\ \text{N} = 10^5\ \text{dinas} = 0.2248\ \text{lb}$
$1\ \text{lb} = 4.448\ \text{N} = 4.448 \times 10^5\ \text{dinas}$

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Volumen

1 litro $= 1000\ \text{cm}^3 = 10^{-3}\ \text{m}^3 = 0.03531\ \text{ft}^3 = 61.02\ \text{in}^3$
$1\ \text{ft}^3 = 0.02832\ \text{m}^3 = 28.32$ litros $= 7.477$ galones
1 galón $= 3.788$ litros

Tiempo

1 min $= 60$ s
1 h $= 3600$ s
1 día $= 86{,}400$ s
1 año $= 365.24$ d $= 3.156 \times 10^7$ s

Ángulo

1 rad $= 57.30^\circ = 180^\circ/\pi$
$1^\circ = 0.01745$ rad $= \pi/180$ rad
1 revolución $= 360^\circ = 2\pi$ rad
1 rev/min (rpm) $= 0.1047$ rad/s

Presión

$1\ \text{Pa} = 1\ \text{N/m}^2 = 1.450 \times 10^{-4}\ \text{lb/in}^2 = 0.0209\ \text{lb/ft}^2$
1 bar $= 10^5$ Pa
$1\ \text{lb/in}^2 = 6895$ Pa
$1\ \text{lb/ft}^2 = 47.88$ Pa
$1\ \text{atm} = 1.013 \times 10^5\ \text{Pa} = 1.013$ bar
$= 14.7\ \text{lb/in}^2 = 2117\ \text{lb/ft}^2$
1 mm Hg $= 1$ torr $= 133.3$ Pa

Energía

$1\ \text{J} = 10^7$ ergs $= 0.239$ cal
1 cal $= 4.186$ J (basada en caloría de 15°)
$1\ \text{ft} \cdot \text{lb} = 1.356$ J
1 Btu $= 1055$ J $= 252$ cal $= 778\ \text{ft} \cdot \text{lb}$
$1\ \text{eV} = 1.602 \times 10^{-19}$ J
$1\ \text{kWh} = 3.600 \times 10^6$ J

Equivalencia masa-energía

$1\ \text{kg} \leftrightarrow 8.988 \times 10^{16}$ J
$1\ \text{u} \leftrightarrow 931.5$ MeV
$1\ \text{eV} \leftrightarrow 1.074 \times 10^{-9}$ u

Equivalencia masa-energía

$1\ \text{kg} \leftrightarrow 8.988 \times 10^{16}$ J
$1\ \text{u} \leftrightarrow 931.5$ MeV
$1\ \text{eV} \leftrightarrow 1.074 \times 10^{-9}$ u

Potencia

1 W $= 1$ J/s
1 hp $= 746$ W $= 550\ \text{ft} \cdot \text{lb/s}$
1 Btu/h $= 0.293$ W

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Ejemplo 4: Convertir 12 in (pulgadas) a centímetros(cm)

Solución:

1. Equivalencia a usar: **1 in = 2.540 cm**

2. Encontramos los factores de conversión:

Primer factor de conversión: $\frac{2.540\ cm}{1in} = 1$

Segundo factor de conversión: $\frac{1\ in}{2.540cm} = 1$

3. Colocamos la magnitud física a convertir y lo multiplicamos por el factor de conversión elegido:

$$12\cancel{in} \times \frac{2.54\ cm}{1\cancel{in}} = 30.48\ cm$$

$$12in = 30.48\ cm$$

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Ejemplo 5: Convertir 60 mi/h a unidades de ft/s considere: 1 mi. = 5280 ft y 1 h = 3600 s.

Factor de conversión para la longitud

$$\frac{1\ mi}{5280\ ft} = 1 \quad \text{o} \quad \frac{5280\ ft}{1\ mi} = 1$$

Factor de conversión para el tiempo

$$\frac{1\ h}{3600\ s} = 1 \quad \text{o} \quad \frac{3600\ s}{1\ h} = 1$$

Entonces:

$$60\ \frac{mi}{h} \cdot \frac{5280\ ft}{1\ mi} \cdot \frac{1\ h}{3600\ s} = 88\ ft/s$$

$$60\ mi/h = 88\ ft/s$$

8. Notación científica

Sirve para escribir cantidades muy grandes o muy pequeñas.

La notación científica consiste en escribir: El **producto de un numero comprendido entre 1 y 10 multiplicado por una potencia entera de 10**. El exponente de 10 es igual al numero de desplazamientos realizados a la coma o punto decimal.

Para el signo del exponente tome en consideración lo siguiente:

- Para números pequeños el exponente de la base 10 será negativo (desplazamiento de la coma decimal a la derecha)

- Para números grandes el exponente de la base 10 será positivo (desplazamiento de la coma decimal a la izquierda)

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Ejemplo 6:

La velocidad de la luz es: 299 800 000 m/s

Notación científica: ……..

Ejemplo 7:

La masa aprox. de un átomo de hidrógeno es:
0.000 000 000 000 000 000 000 000 001 67356Kg.

Notación científica: ……..

9. MEDICIÓN:

Medir consiste en comparar una cantidad desconocida con una unidad de medida estándar (patrón) de su misma especie para determinar cuántas veces está contenida la unidad en dicha cantidad.

En general expresamos cualquier medición como: *M = Xu*

Donde:

M: Magnitud física a medir.
X : Resultado de la medida (valor numérico).
u : Unidad de medida.

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

CLASES DE MEDICIONES

Directas

Se utiliza un instrumento de medición.

balanza

manómetro

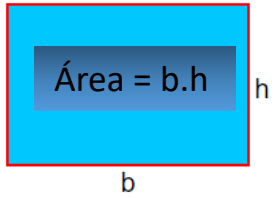
termómetro

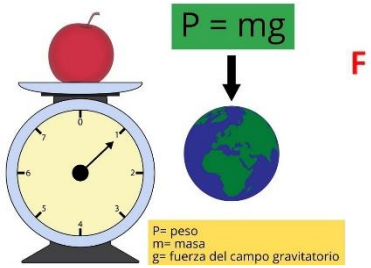
cronómetro

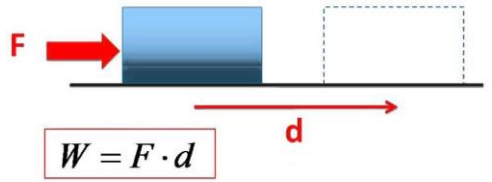
Vernier o pie de rey

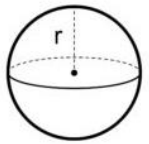
Indirectas

Se utiliza una formula matemática.

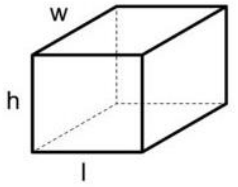




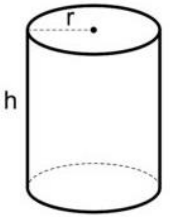




$V = \frac{4}{3}\pi r^3$



V = l x w x h



$V = \pi r^3 h$

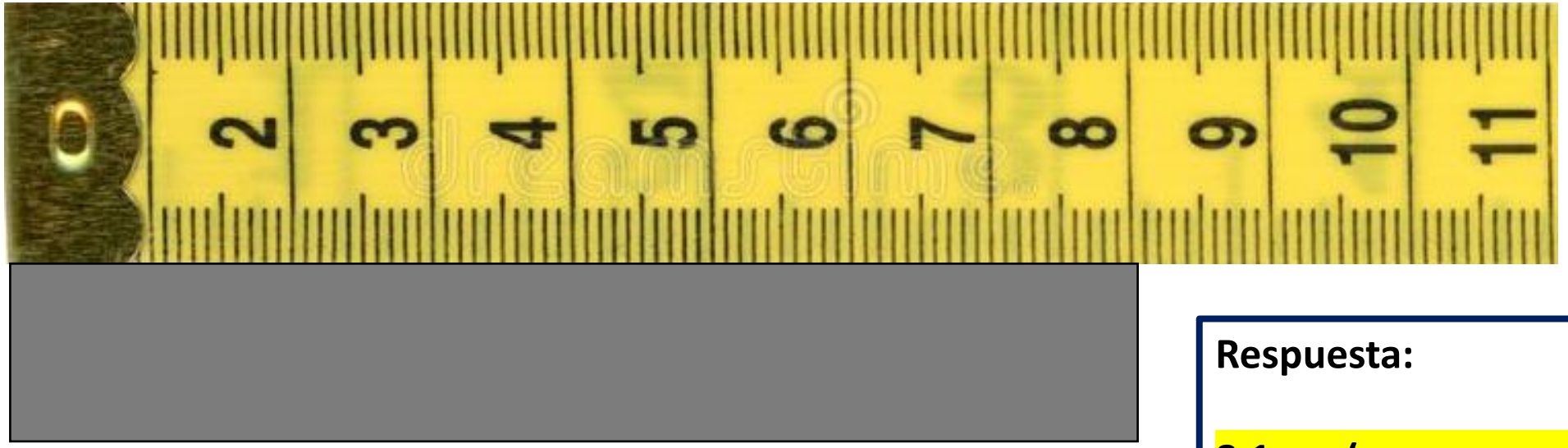
UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Error Absoluto (e): Es la diferencia entre la medida exacta de una magnitud (X) y la medida obtenida experimentalmente (x_m).

$$e = |X - X_m|$$

Toda medida de una magnitud física, en general, adolece de un error sea por exceso o defecto.

EJEMPLO 8:



Respuesta:

8.1 cm (error por exceso)

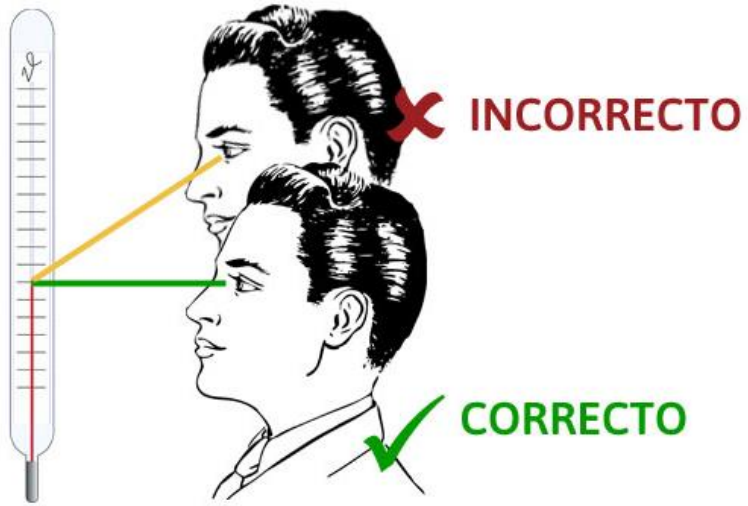
8.0 cm (error por defecto)

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Tipos de Errores

Errores Sistemáticos: Se deben a un defecto del instrumento de medida o a un error del método utilizado por el operador.

Por ejemplo:
mala calibración del instrumento de medida, errores de imperfecciones del método de medida, errores personales.

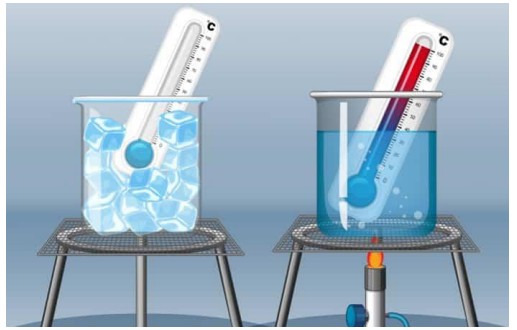


UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Errores Estadísticos o Aleatorios: Son inevitables y se dan por cambios en el ambiente físico en el que se realiza la medición o fallas en el operador. Son errores que no se atribuyen a una ley física, por lo que no pueden ser eliminados.

a) **Errores de Juicio:** como la aproximación dada en la lectura de fracciones de división de una escala dada.

b) **Errores por condiciones fluctuantes:** Se debe a las variaciones de temperatura, de voltaje, de presión, etc. Algunos autores los denominan errores teóricos



c) **Errores de definición:** Debido a los objetos que no tienen bordes perfectamente definidos, o el espesor de láminas rugosas, etc.

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Precisión, Es el grado de cercanía de los valores medidos de una misma magnitud física. Se da cuando los errores estadísticos son pequeños.

(En ingeniería se denomina precisión a la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones o de dar el resultado deseado con exactitud).

Exactitud, Es el grado de cercanía de un valor medido al valor "real"

(En ingeniería se denomina exactitud a la capacidad de un instrumento de acercarse al valor de la magnitud real).

Buena precisión, poca exactitud

Figura 1

Mala precisión, mala exactitud

Figura 2

Buena precisión, buena exactitud

Figura 3

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

CÁLCULO DEL ERROR EN MEDICIONES DIRECTAS

Caso 1: Cuando se realiza **una sola medición** de la magnitud en estudio, el error absoluto depende del instrumento usado.

a) **Si el instrumento de medida es analógico**

ERROR ABSOLUTO:

$$\Delta x = \pm \frac{1}{2} \ (minima\ division\ de\ la\ escala\ del\ instrumento)$$

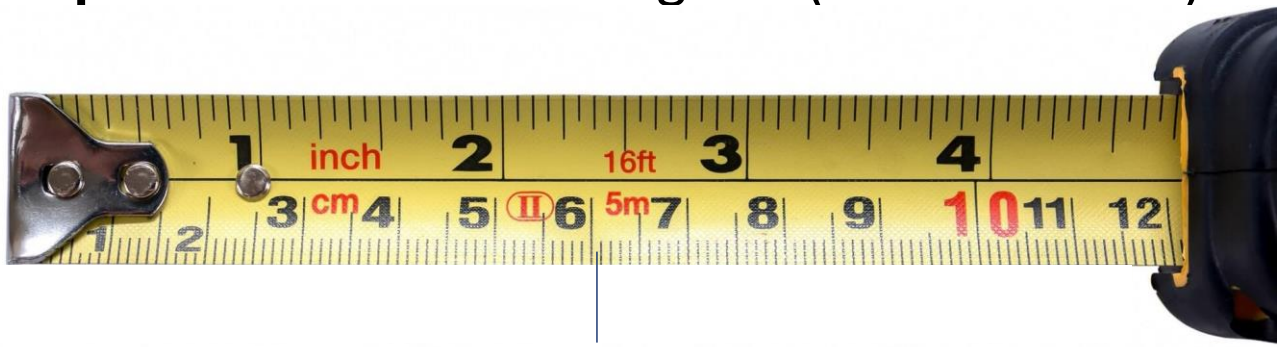
b) **Si el instrumento de medida es digital**

ERROR ABSOLUTO:

$$\Delta x = \pm (minimo\ valor\ de\ medida\ del\ instrumento)$$

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Ejemplo 8: Medición de longitud (marca la línea)



SOLUCION:

A. Instrumento usado → Wincha

B. Tipo de Instrumento → Analógico

C. Mínimo valor de medida de instrumento → 1mm = 0.1 cm = 0.001m

D. Valor medido → L_m = 6.0 cm

E. Error de medida → $\Delta L = \pm (1/2) x 0.1$ cm

F. Resultado de la medición → L =(6.0 ± 0.05) cm

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Ejemplo 9: Medición de la masa

A. Instrumento usado → Balanza

B. Tipo de Instrumento → Digital

C. Mínimo valor de medida de instrumento → 0.01 g

D. Valor medido → $M_m = 5.67$ g

E. Error de medida → $\Delta M = \pm 0.01$ g

F. Resultado de la medición → $M = (5.67 \pm 0.01)$ g

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Caso 2: Cuando se realiza **mas de una medición** de la magnitud en estudio, se sigue el siguiente procedimiento.

Paso 1: Realizar la suma de los datos y obtener el promedio

n	H(m)	H_m(m)
1	1.695	**1.6932**
2	1.692	
3	1.694	
4	1.692	
5	1.693	
Σ	**8.466**	

$\sum H_i$

Utilizar la formula:

$$x_m = \frac{x_1+x_2+x_3+\ldots+x_n}{n} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Valor medio de la medida seria:

$$H_m = \frac{\sum H_i}{n} = \frac{8.466}{5} = \mathbf{1.6932\ m}$$

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Paso 2: Calculo de la desviación.

La Desviación (δ_i) de una medida es la diferencia entre la medida x_i y la media aritmética o promedio aritmético de las mismas:

$$\delta x_i = x_i - x_m$$

n	H(m)	H_m(m)	δH(m)
1	1.695		1.695 - 1.6932= 0.0018
2	1.692		1.692 - 1.6932 = -0.0012
3	1.694		1.694 - 1.6932 = 0.0008
4	1.692	**1.6932**	1.692 - 1.6932 = -0.0012
5	1.693		1.693 - 1.6932 = -0.0002
∑	**8.466**		= 0

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Paso 3: Elevar al cuadrado las desviaciones y luego obtener su suma.

n	δH(m)	$(\delta H)^2$ (m)
1	0.0018	3.24×10^{-6}
2	-0.0012	1.44×10^{-6}
3	0.0008	0.64×10^{-6}
4	-0.0012	1.44×10^{-6}
5	-0.0002	0.04×10^{-6}
∑	0	6.8×10^{-6}

$$\sum (\delta H)^2$$

Paso 4: Calculo del error absoluto.

n	$(\delta H)^2$ (m)	ΔH(m)
1	$3.24x10^{-6}$	
2	$1.44x10^{-6}$	
3	$0.64x10^{-6}$	
4	$1.44x10^{-6}$	**0.000583**
5	$0.04x10^{-6}$	
∑	**$6.8x10^{-6}$**	

$\sum(\delta H)^2$

Utilizar la formula de teoría:

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\delta x_i)^2}{n(n-1)}}$$

Error absoluto:

$$\Delta H = \sqrt{\frac{6.8\ x10^{-6}}{5(4)}} = \mathbf{0.000583\ m}$$

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Paso 6: Resultado de la medición.

n	H(m)	H_m(m)	δH(m)	$(\delta H)^2$ (m)	ΔH(m)
1	1.695		0.0018	$3.24x10^{-6}$	
2	1.692		-0.0012	$1.44x10^{-6}$	
3	1.694		0.0008	$0.64x10^{-6}$	
4	1.692	**1.6932**	-0.0012	$1.44x10^{-6}$	**0.000583**
5	1.693		-0.0002	$0.04x10^{-6}$	
∑	**8.466**		0	**$6.8x10^{-6}$**	

Resultado de la medición: $\mathrm{H} = (1.693 \pm 0.00058)m$

Paso 7: Calculo del error relativo.

$$e_r = \frac{\Delta H}{H_m} = \frac{0.00058\ m}{1.693\ m} = 0.00034$$

Paso 8: Calculo del error porcentual.

$$\mathrm{e}\% = e_r x 100\% = 0.034\%$$

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

CÁLCULO DE ERRORES EN MEDICIONES INDIRECTAS

GENERALIZANDO: Sea *M* la magnitud física cuyo valor se determina con la fórmula siguiente:

$$M = kx^a y^b$$

- K, es una constante diferente de cero
- *a* y b, son valores que pertenecen a los números reales.
- *x* e *y,* son valores promedios o medidos obtenidos de una medición directa

¿Cómo calcular el error absoluto (ΔM) de una medición indirecta?

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

MÉTODO PRÁCTICO PARA CALCULAR EL ERROR ABSOLUTO DE UNA MEDICIÓN INDIRECTA

1. Promedio (M_m): $M_m = k x_m^a y_m^b$

2. Error relativo (e_r):

$$e_r = |a|\frac{\Delta x}{x_m} + |b|\frac{\Delta y}{y_m}$$

3. Error absoluto (ΔM):

$$e_r = \frac{\Delta M}{M_m} \Rightarrow \Delta M = e_r M_m$$

4. Resultado de la medición:

$M = (M_m \pm \Delta M)u$

5. Error porcentual (e%):

$$e\% = e_r * 100\%$$

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FUNDAMENTO MATEMÁTICO (complementario):

1. $M = kx^a y^b$

Función matemática

2. Calculo de la **diferencial** de la función:

$$dM = \frac{\partial M}{\partial x} dx + \frac{\partial M}{\partial y} dy$$

CÁLCULO DE LA DIFERENCIAL

3. Calculo de las derivadas parciales:

$$\frac{\partial M}{\partial x} = kax^{a-1}y^b$$

$$\frac{\partial M}{\partial y} = kbx^a y^{b-1}$$

3.1. La diferencial de una función es equivalente al incremento o disminución de la función en punto determinado.

dM ΞΔM ;
dx Ξ Δx;
dy Ξ Δy

$$\Delta M = \left|kax^{a-1}y^b\right|\Delta x + \left|kbx^a y^{b-1}\right|\Delta y$$

Donde:

- **x e y , son los valores medidos o promedios, según sea el caso.**
- **Δx y Δy son los errores absolutos de las mediciones directas.**

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Aplicación 01: Para el caso del caudal que sale por un orificio, utilizamos la ecuación de Torricelli.

$Q = KA^1h^{0.5}$ → comparando → $M = kx^a y^b$ →

M=Q
K=Cd·(2g)^0.5
X=A; a=1
Y=h; b=0.5

1. **Valor medio** (S_m): $S_m = 0.2025 m_m^{0.425} h_m^{0.725}$

2. ***Error Relativo*** (e_r): $e_r = |0.425| \frac{\Delta m}{m_m} + |0.725| \frac{\Delta h}{h_m}$

3. ***Error Absoluto*** (ΔS) $\Delta S = (e_r) S_m$

4. ***Resultado*** (S) $S = (S_m \pm \Delta S) u^2$

5. ***Error Porcentual*** $(e\%)$ $e\% = e_r \times 100$

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Aplicación 02: Para el caso de la resistencia eléctrica de un conductor

$$f = \frac{P}{t} = Pt^{-1}$$

comparando

$$M = kx^a y^b$$

M=R
K=ρ
(resistividad)
X=L; a=1
Y=A; b=-1

1. Valor medio (f_m): $f_m = \frac{P_m}{t_m}$

2. *Error Relativo* (e_r): $e_r = |1|\frac{\Delta P}{P_m} + |-1|\frac{\Delta t}{t_m}$

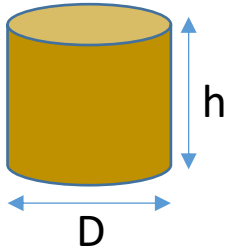
3. *Error Absoluto* (Δf) $\Delta f = (e_r) f_m$

4. *Resultado* (f) $f = (f_m \pm \Delta f)\ pulsaciones/s$

5. *Error Porcentual* $(e\%)$ $e\% = e_r \times 100\%$

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Aplicación 03 : Para el caso del volumen de un cilindro.



$$\boldsymbol{V = A_{base} * altuta = \frac{\pi}{4} D^2 h}$$

comparando

$$M = kx^a y^b$$

Valor medio $(\boldsymbol{S_m})$: $V_m = \frac{\pi}{4} {D_m}^2 h_m$

Error Relativo $(\boldsymbol{e_r})$: $e_r = |2|\frac{\Delta D}{D_m} + |1|\frac{\Delta h}{h_m}$

Error Porcentual $(\boldsymbol{e\%})$ $e\% = e_r \times 100$

Error Absoluto $(\boldsymbol{\Delta V})$ $\Delta V = (e_r)V_m$

Resultado (V) $V = (V_m \pm \Delta V)u$

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

Aplicación 04: Para la densidad.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = mV^{-1} \xrightarrow{\text{comparando}} M = kx^a y^b$$

Valor medio (ρ_m): $\rho_m = m_m \, V_m{}^{-1}$

Error Relativo (e_r): $e_r = |1| \frac{\Delta m}{m_m} + |-1| \frac{\Delta V}{V_m}$

Error Porcentual $(e\%)$ $e\% = e_r \times 100$

Error Absoluto $(\Delta\rho)$ $\Delta\rho = (e_r)\rho_m$

Resultado (ρ) $\rho = (\rho_m \pm \Delta\rho)u$

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO